

профилирующая вставка будет иметь очертания огибающей первой и второй зоны и т.д.; возможно ли найти очертания огибающей всех зон, так чтобы исключить появление отрывных зон при входе в щелевой отсос и какое значение КМС стока будет при таком профилировании.

Список использованных источников

1. Зиганшин А. М., Валеев Б. Р., Мухаметзянов И. Р., Полукеев К. В. Верификация численной схемы решения задачи об определении потерь давления щелевого стока конечной ширины // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (Екатеринбург, 12–16 декабря 2016 г.). Екатеринбург : УрФУ, 2016. С. 98–101.
2. Зиганшин А. М. Снижение энергозатрат при движении потоков путём профилирования фасонных частей в коммуникациях энергоустановок // Надёжность и безопасность энергетики. 2015. № 1 (28). С. 63–68.
3. Зиганшин А. М., Беляева Е. Э., Соколов В. А. Снижение потерь давления при профилировании острого отвода и отвода с нишей // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. № 1. С. 108–116.
4. Зиганшин А. М., Бадыкова Л. Н. Численное моделирование течения в профилированном вентиляционном тройнике на слияние // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. № 6. С. 41–48.
5. Соединительный фасонный элемент с профилирующими вставками : пат. 2604264 Рос. Федерация : МПК F16L 43/00, МПК F16L 25/14 / Зиганшин А. М., Алещенко И. С., Зиганшин М. Г. и др. ; заявитель и патентообладатель: Казанский гос. арх.-строит. университет. – № 2014137755/06 ; заявл. 17.09.14 ; опубл. 10.12.16, Бюл. № 34. – 13 с.
6. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1992. 672 с.

УДК 539.374

ЭЛЕМЕНТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАГНИЯ

ELEMENTS OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGY FOR MAGNESIUM PROCESSING

Замараев В. А.¹, Логинов Ю. Н.¹, Волков А. Ю.²

¹Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
89634430235@mail.ru

²Институт физики металлов имени М. Н. Михеева Уральского
отделения РАН, г. Екатеринбург

Zamaraev V. A., Loginov Yu. N., Volkov A. Yu.

Ural Federal University, Ekaterinburg

M. N. Miheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian
Academy of Sciences, Ekaterinburg

Аннотация: Отмечены аспекты энергосбережения, возникающие при совмещении процессов разливки – горячей деформации металла. Показано, что для случая обработки магния предпочтительно применять процессы холодной обработки металла вместо процессов горячей обработки. Выполнен расчет экономии энергии, достигаемой при отказе от нагрева магниевой заготовки. Эта экономия составляет 133...665 кВт·ч/т. Диапазон ее колебаний зависит от коэффициента полезного действия нагревательного устройства.

Abstract: The aspects of energy saving that arise when combining casting processes - hot metal deformation – are noted. It is shown that for the treatment of magnesium, it is preferable to use cold metal processing processes instead of hot processing processes. The calculation of the energy savings achieved when the magnesium billet is not heated is calculated. This saving is 133...665 kWh/t. The range of its oscillations depends on the efficiency of the heating device.

Ключевые слова: энергетические затраты; обработка магния; горячая деформация; холодная деформация

Key words: energy costs; magnesium treatment; hot deformation; cold deformation

Применяемые в настоящее время процессы обработки материалов в металлургии отличаются большой энергоемкостью. Это обусловлено многостадийностью обработки: необходимостью

расплавить металл, перегреть расплав до температуры, приемлемой для сплавообразования, осуществить разливку и последующую обработку давлением. Для осуществления каждой из операций приходится затрачивать энергию в том или ином виде. В последнее время наметилась тенденция, направленная на энергосбережение, которая заключается в использовании тепла нагрева литой заготовки для осуществления операций горячей обработки металла [1, 2]. Вместе с тем, существует дополнительный путь энергосбережения, который заключается в том, чтобы не затрачивать энергию на нагрев заготовки для осуществления процесса горячей деформации. Действительно, с позиции расчетов энергоемкости кажется странным, что заготовку для деформации надо нагреть, продеформировать, а затем охладить до комнатной температуры. Энергия в виде тепла при этом теряется в производственном процессе безвозвратно, она рассеивается в окружающую среду. Дополнительно, можно учесть то, что подавляющий процент энергии, потраченной на пластическую деформацию, превращается в тепло и тоже безвозвратно рассеивается. Отсюда следует вывод о том, что предпочтительно процессы обработки металлов давлением следует осуществлять в холодном состоянии.

Кристаллическая решетка магния является гексагональной плотноупакованной. Из-за малого числа возможных плоскостей скольжения металл обладает пониженной пластичностью [3], особенно в условиях холодной деформации. Это приводит к выводу о том, что необходимо создать условия для повышения пластичности магния в холодном состоянии, для чего создавать процессы обработки с превалированием сжимающих напряжений. Эта задача решалась методами, описанными в публикациях [4].

При отсутствии операции нагрева возникает экономия энергии, которую можно оценить следующим образом [5].

Количество тепла \underline{Q} , необходимое для нагрева заготовки массой m из материала с удельной теплоемкостью c от температуры t_2 до температуры t_1 , равно

$$Q = m \cdot c \cdot (t_1 - t_2). \quad (1)$$

Поскольку реальные процессы нагрева осуществляются с потерями тепла на нагрев футеровки печей, печной арматуры и с теплоотдачей в окружающее пространство, то в расчетах следует учесть коэффициент полезного действия (КПД) установки η_Q . Удобно также пользоваться удельными показателями, в качестве которых используем показатель затрат тепла $Q_{уд}$ на тонну перерабатываемого материала, тогда

$$Q_{уд} = 100 \cdot Q^* / (m \cdot \eta_Q) = 100 \cdot c \cdot (t_1 - t_2) / \eta_Q. \quad (2)$$

При теплоемкости магния $c = 0,975$ МДж/(т·°С), КПД нагрева 100 % и нагреве слитка до температуры, характерной для горячей деформации $t_1 = 400$ °С, расчет по формуле (2) приводит к значению $Q_{уд} = 371$ МДж/т или 133 кВт·ч/т.

Если применять для нагрева индукционную печь, то можно надеяться на довольно высокий КПД ее работы на уровне 90 %, однако применение методической конвейерной печи, по справочным данным, обеспечивает КПД только 20 %. Поэтому полученная величина энергозатрат на нагрев может возрасти в пять раз и составить уже 665 кВт·ч/т.

Для проведения дальнейшей оценки общих энергозатрат следует учесть работу пластической деформации, которая окажется больше для холодной деформации, поскольку эта работа зависит от напряжения пластического течения или сопротивления деформации. Естественно, что последняя величина окажется больше для случая холодной деформации. Сравнение общих энергозатрат для случая обработки металлов прессованием [6] показывает, что предпочтительным является именно процесс холодной обработки, но он требует такой организации процесса, при которой пластичность металла окажется достаточно высокой.

Список использованных источников

1. Логинов Ю. Н., Мысик Р. К. Непрерывные методы литья и прокатки в производстве контактного провода для железнодорожного транспорта // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2014. Т. 7. № 3. С. 316–326.
2. Инатович Ю. В., Постыляков А. Ю., Логинов Ю. Н., Зуев А. Ю. Затраты энергии при прокатке медной катанки на непрерывном литейно-прокатном агрегате // Производство проката. 2015. № 5. С. 42–45.
3. Логинов Ю. Н., Буркин С. П., Сапунжи В. В. Изучение упрочнения и разупрочнения магния с учетом анизотропии свойств // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 1999. № 6. С. 42–46.
4. Каменецкий Б. И., Логинов Ю. Н., Кругликов Н. А. Влияние условий бокового подпора на пластичность магния при холодной осадке // Технология легких сплавов. 2012. № 1. С. 86–92.
5. Логинов Ю. Н., Буркин С. П. Энергоемкость и энергосбережение в процессах пластической обработки специальных сплавов. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2006. 43 с.
6. Логинов Ю. Н., Буркин С. П. Энергосбережение в процессах прессования // Цветные металлы. 2002. № 10. С. 81–87.

УДК 621.314.211

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ СУХОГО ТРАНСФОРМАТОРА В ANSYS CFX

COOLING PROCESS MODELING OF DRY-TYPE TRANSFORMER IN ANSYS CFX

Кувалдин А. Е., Василевский Н. С., Полетаева Е. А., Денисов М. А.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
a.e.kuvaldin@urfu.ru

Kuvaldin A. E., Vasilevskiy N.S., Poletaeva E. A., Denisov M.A.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: описана упрощенная модель трехфазного трансформатора с принудительным воздушных охлаждением; приведено сравнение